

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

4 / Priority No.

E. Willis

7-5-02



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年12月 1日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-366847

出 願 人

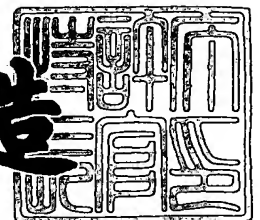
Applicant(s):

株式会社ニコン

2001年11月16日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3101007

【書類名】 特許願
【整理番号】 00-00630
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01L 21/027
【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株式会社ニコン
内

【氏名】 宇田川 仁

【特許出願人】

【識別番号】 000004112

【氏名又は名称】 株式会社ニコン

【代理人】

【識別番号】 100100413

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡部 温

【選任した代理人】

【識別番号】 100110858

【弁理士】

【氏名又は名称】 柳瀬 睦肇

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 033189

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0003412

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 露光装置、露光方法及びデバイス製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 感応基板上にパターンを転写する露光装置であって、
装置各部の温度を常時モニタする手段と、
該手段から温度信号を入力されて露光装置各部の運転状態を制御する制御部と

を備え、

モニタされた温度の勾配が設定値を越えた場合に、以下の 1 以上を行うことを
特徴とする露光装置；

- (1) オペレータに対して警報動作を行う、
- (2) 露光運転を停止する、
- (3) 装置のキャリブレーションを行う。

【請求項 2】 前記モニタした温度の情報をリアルタイムにオペレータに提
供することを特徴とする請求項 1 記載の露光装置。

【請求項 3】 感応基板上にパターンを転写する際に、
露光装置各部の温度を常時モニタし、
該モニタした温度信号の入力を受けて露光装置各部の運転状態を制御し、
モニタされた温度の勾配が設定値を越えた場合に、以下の 1 以上を行うことを
特徴とする露光方法；

- (1) オペレータに対して警報動作を行う、
- (2) 露光運転を停止する、
- (3) 装置のキャリブレーションを行う。

【請求項 4】 請求項 3 記載の露光方法を用いるリソグラフィ工程を含む
ことを特徴とするデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、主に、半導体集積回路等のリソグラフィに用いられる露光方法等

に関する。また、そのような露光方法を用いてリソグラフィ工程を行うデバイス製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】

近年は、半導体集積回路パターンの更なる小線幅化を可能にするため、スループットの高い縮小投影型の荷電粒子線露光装置の開発が行われている。このような露光装置には、電磁コイル等を用いた電子レンズ、偏向器、スティグメーター等が利用されている。電磁コイルは、コイル自身の発熱や外部の温度変動により特性が変化する。その結果、電子光学系の結像特性・像位置制御精度に悪影響が及ぶことがある。また、露光装置の構成要素に温度変化により膨張や変形が生じ、パターン精度に悪影響が及ぶこともある。したがって、露光装置の温度管理は重要な問題となっている。

【0003】

露光装置の温度管理を行うために、高性能な温度制御装置や機構が開発されている。しかし、装置の応答性や制御性に限界があるため、温度を極めて高い精度でコンスタントにコントロールすることは事実上不可能である。また、温度変動による装置各部の変形をゼロにすることは不可能である。

【0004】

本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであって、より安定した露光を行うことができる露光装置、露光方法及びデバイス製造方法を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するため、本発明の露光装置は、感応基板上にパターンを転写する露光装置であって、装置各部の温度を常時モニタする手段と、該手段から温度信号を入力されて露光装置各部の運転状態を制御する制御部と、を備え、モニタされた温度の勾配が設定値を越えた場合に、以下の1以上を行うことを特徴とする。

(1) オペレータに対して警報動作を行う、

(2) 露光運転を停止する、

(3) 装置のキャリブレーションを行う。

【 0 0 0 6 】

露光装置各部の温度勾配の変化を感知し、その変化の大きさに応じて露光装置を制御できるので、温度変化に迅速に対処でき、より安定した露光を行える。

【 0 0 0 7 】

上記の露光装置においては、前記モニタした温度の情報をリアルタイムにオペレータに提供することが好ましい。

これにより、露光装置の温度状態をオペレータが確認し易く、急激な温度変化に迅速に対応できる。

【 0 0 0 8 】

本発明の露光方法は、感応基板上にパターンを転写する際に、露光装置各部の温度を常時モニタし、該モニタした温度信号の入力を受けて露光装置各部の運転状態を制御し、モニタされた温度の勾配が設定値を越えた場合に、以下の1以上を行うことを特徴とする。

(1) オペレータに対して警報動作を行う、

(2) 露光運転を停止する、

(3) 装置のキャリブレーションを行う。

【 0 0 0 9 】

本発明のデバイス製造方法は、前記の露光方法を用いるリソグラフィー工程を含むことを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しつつ説明する。

まず、分割転写方式の電子線投影露光技術の概要、並びに、本発明の実施の形態に係る露光装置について説明する。

【 0 0 1 1 】

図2は、分割転写方式の電子線投影露光装置の光学系全体における結像関係及び制御系の概要を示す図である。

光学系の最上流に配置されている電子銃 1 は、下方に向けて電子線を放射する。電子銃 1 の下方には 2 段のコンデンサレンズ 2、3 が備えられており、電子線は、これらのコンデンサレンズ 2、3 によって収束されブランキング開口 7 にクロスオーバー C.O. を結像する。

【 0 0 1 2 】

二段目のコンデンサレンズ 3 の下には、矩形開口 4 が備えられている。この矩形開口（照明ビーム成形開口）4 は、レチクル（マスク）10 の一つのサブフィールド（露光の 1 単位となるパターン小領域）を照明する照明ビームのみを通過させる。この開口 4 の像は、レンズ 9 によってレチクル 10 に結像される。

【 0 0 1 3 】

ビーム成形開口 4 の下方には、ブランキング偏向器 5 が配置されている。同偏向器 5 は、必要時に照明ビームを偏向させてブランキング開口 7 の非開口部に当て、ビームがレチクル 10 に当たらないようにする。

ブランキング開口 7 の下には、照明ビーム偏向器 8 が配置されている。この偏向器 8 は、主に照明ビームを図 2 の横方向（X 方向）に順次走査して、照明光学系の視野内にあるレチクル 10 の各サブフィールドの照明を行う。偏向器 8 の下方には、照明レンズ 9 が配置されている。照明レンズ 9 は、レチクル 10 上にビーム成形開口 4 を結像させる。

【 0 0 1 4 】

レチクル 10 は、実際には光軸垂直面内（X-Y 面）に広がっており、多数のサブフィールドを有する。レチクル 10 上には、全体として一個の半導体デバイスチップをなすパターン（チップパターン）が形成されている。もちろん、複数のレチクルに 1 個の半導体デバイスチップをなすパターンを分割して配置しても良い。

レチクル 10 は移動可能なレチクルステージ 11 上に載置されており、レチクル 10 を光軸垂直方向（XY 方向）に動かすことにより、照明光学系の視野よりも広い範囲に広がるレチクル上の各サブフィールドを照明することができる。

レチクルステージ 11 には、レーザ干渉計を用いた位置検出器 12 が付設されており、レチクルステージ 11 の位置をリアルタイムで正確に把握することがで

きる。

【 0 0 1 5 】

レチクル 1 0 の下方には投影レンズ 1 5 及び 1 9 並びに偏向器 1 6 が設けられている。レチクル 1 0 の 1 つのサブフィールドを通過した電子線は、投影レンズ 1 5、1 9、偏向器 1 6 によってウェハ 2 3 上の所定の位置に結像される。ウェハ 2 3 上には、適当なレジストが塗布されており、レジストに電子線のドーズが与えられ、レチクル上のパターンが縮小されてウェハ 2 3 上に転写される。

【 0 0 1 6 】

レチクル 1 0 とウェハ 2 3 の間を縮小率比で内分する点にクロスオーバー C.O. が形成され、同クロスオーバー位置にはコントラスト開口 1 8 が設けられている。同開口 1 8 は、レチクル 1 0 の非パターン部で散乱された電子線がウェハ 2 3 に到達しないよう遮断する。

【 0 0 1 7 】

ウェハ 2 3 の直上には反射電子検出器 2 2 が配置されている。この反射電子検出器 2 2 は、ウェハ 2 3 の被露光面やステージ上のマークで反射される電子の量を検出する。例えばレチクル 1 0 上のマークパターンを通過したビームでウェハ 2 3 上のマークを走査し、その際のマークからの反射電子を検出することにより、レチクル 1 0 と 2 3 の相対的位置関係を知ることができる。

【 0 0 1 8 】

ウェハ 2 3 は、静電チャック（図示されず）を介して、X Y 方向に移動可能なウェハステージ 2 4 上に載置されている。上記レチクルステージ 1 1 とウェハステージ 2 4 とを、互いに逆の方向に同期走査することにより、投影光学系の視野を越えて広がるチップパターン内の各部を順次露光することができる。なお、ウェハステージ 2 4 にも、上述のレチクルステージ 1 1 と同様の位置検出器 2 5 が装備されている。

【 0 0 1 9 】

上記各レンズ 2、3、9、1 5、1 9 及び各偏向器 5、8、1 6 は、各々のコイル電源制御部 2 a、3 a、9 a、1 5 a、1 9 a 及び 5 a、8 a、1 6 a を介してコントローラ 3 1 によりコントロールされる。また、レチクルステージ 1 1

及びウェハステージ24も、ステージ制御部11a、24aを介して、コントローラ31により制御される。ステージ位置検出器12、25は、アンプやA/D変換器等を含むインターフェース12a、25aを介してコントローラ31に信号を送る。また、反射電子検出器22も同様のインターフェース22aを介してコントローラ31に信号を送る。

【0020】

コントローラ31は、ステージ位置の制御誤差を把握し、その誤差を像位置調整偏向器16で補正する。これにより、レチクル10上のサブフィールドの縮小像がウェハ23上の目標位置に正確に転写される。そして、ウェハ23上で各サブフィールド像が繋ぎ合わされて、レチクル上のチップパターン全体がウェハ上に転写される。

【0021】

この露光装置においては、電子銃1、レンズ2、3、9、15、19、偏向器5、16、ステージ11、24等に、白金抵抗体等の温度センサ33が付設されている。温度センサを取り付ける場所は、例えばレンズであれば、レンズを構成する電磁コイルに直接取り付けてもよいし、磁気回路ヨークに取り付けてもよい。また、電子銃1であれば、電子銃のヒーター制御用の温度計を流用することができる。

【0022】

各温度センサ33は、温度モニタ装置35に接続されており、常に露光装置各部の温度が測定される。温度モニタ装置35には、各測定点の許容温度を設定することができる。温度モニタ装置35には、ディスプレイ37が接続されている。測定された温度データは、リアルタイムにディスプレイ37に表示され、オペレータが確認することができる。温度データの表示方法は、温度を数字で表示したり、過去に測定されたデータや目標値とともにグラフ表示したりすることもできる。温度モニタ装置35には、警報装置39、コントローラ31が接続されている。大きな温度勾配が感知された場合には、警報装置39の警報を鳴らす。さらに、温度モニタ装置35からは、所定以下の温度勾配に戻すように、温度信号がコントローラ31に送信される。

【0023】

続いて、本発明の実施の形態に係る露光方法について説明する。

図1は、本発明の実施の形態に係る露光方法を示すフローチャートである。

図1に示すように、まず、温度モニタ装置35が露光装置の各部に取り付けられた温度センサ33から温度データを測定する（ステップ21）。温度データがディスプレイ37に表示される（ステップ23）とともに、温度を許容範囲内に制御するため、必要に応じて温度モニタ装置35からコントローラ31に温度信号を送信する（ステップ25）。通常はこのステップを繰り返し、温度を一定に保ちつつ露光を行う。露光装置各部の温度許容値は、場所によって異なるが、例えば投影系レンズであれば、 $23 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 程である。

【0024】

露光装置のいずれかの部所に急激な温度変化（例えば、 $0.04^{\circ}\text{C}/\text{s}$ ）が生じる（ステップ31）と、警報装置39の警報が鳴り（ステップ33）、異常をオペレータに知らせる。オペレータが対処するか、温度モニタ装置35からの温度信号を受けたコントローラ31が異常部の温度勾配を所定以下にし、各部の温度を正常に戻すように制御する（ステップ35）。再びステップ21に戻り、温度データをモニタし、異常の有無を確認する。異常が無くなれば、警報を止め、通常のステップ21、23のループに戻り、温度を一定に保ちつつ露光を行う。

【0025】

ステップ35の対処では温度変化が収まらず、例えば、 $0.08^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上の温度変化がさらに生じた（ステップ41）場合には、ステップ33とは異なる警報が警報装置39から鳴る（ステップ43）。そして、温度モニタ装置35からの温度信号に応じてコントローラ31が露光装置のキャリブレーションを行う（ステップ45）。キャリブレーションとして、具体的には、レチクル10上のマークパターンを通ったビームをウェハ23上のマーク上でスキャンして、レチクル-ウェハ間でのビームずれを補正する。あるいは、ビームのフォーカスや縮小率等を補正する。さらに、露光装置各部の温度を許容範囲内に制御する。異常が無くなれば、警報を止め、通常のステップ21、23のループに戻り、温度を一定に保ちつつ露光を行う。

【0026】

ステップ45の対処では温度変化が収まらず、例えば、 $0.1^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上の温度変化がさらに生じた（ステップ51）場合には、ステップ43とは異なる警報が警報装置39から鳴る（ステップ53）。この場合には、温度モニタ装置35は、コントローラ31に温度信号を送信し、露光を中止する（ステップ55）。具体的には、ステージ11、24を停止し、ビームをブランキングさせる。そして、このとき露光していたチップが異常であることをデータログに記憶しておく（ステップ57）。その後、キャリブレーション等を行い、露光可能な状態に復旧させる（ステップ59）。異常が無くなれば、警報を止め、通常のステップ21、23のループに戻り、温度を一定に保ちつつ次のチップ若しくはウェハの露光を行う。

【0027】

次に上記説明した電子線転写露光装置を利用したデバイス製造方法の実施例を説明する。

図3は、微小デバイス（ICやLSI等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等）の製造のフローを示す。

【0028】

ステップ1（回路設計）では、半導体デバイスの回路設計を行う。

ステップ2（マスク製作）では、設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。この時、パターンについて局部的にリサイズを施すことにより近接効果や空間電荷効果によるビームボケの補正を行ってもよい。

一方、ステップ3（ウェハ製造）では、シリコン等の材料を用いてウェハを製造する。

【0029】

ステップ4（酸化）では、ウェハの表面を酸化させる。ステップ5（CVD）では、ウェハ表面に絶縁膜を形成する。ステップ6（電極形成）では、ウェハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ7（イオン打ち込み）では、ウェハにイオンを打ち込む。ステップ8（レジスト処理）では、ウェハに感光剤を塗布する。ステップ9（電子ビーム露光）では、ステップ2で作ったマスクを用いて電

子ビーム転写装置によって、マスクの回路パターンをウェハに焼付露光する。その際、上述の露光装置を用いる。ステップ10（光露光）では、同じくステップ2で作った光露光用マスクを用いて、光ステッパーによってマスクの回路パターンをウェハに焼付露光する。この前又は後に、電子ビームの後方散乱電子を均一化する近接効果補正露光を行ってもよい。

【0030】

ステップ11（現像）では、露光したウェハを現像する。ステップ12（エッチング）では、レジスト像以外の部分を選択的に削り取る。ステップ13（レジスト剥離）では、エッチングがすんで不要となったレジストを取り除く。ステップ4からステップ13を繰り返し行うことによって、ウェハ上に多重に回路パターンが形成される。

【0031】

ステップ14（組立）は、後工程と呼ばれ、上の工程によって作製されたウェハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の工程を含む。ステップ15（検査）では、ステップ14で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行う。こうした工程を経て半導体デバイスが完成しこれが出荷（ステップ16）される。

【0032】

以上図1～図3を参照しつつ、本発明の実施の形態に係る露光方法等について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、様々な変更を加えることができる。

【0033】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、より安定した露光を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施の形態に係る露光方法を示すフローチャートである。

【図 2】

分割転写方式の電子線投影露光装置の光学系全体における結像関係及び制御系の概要を示す図である。

【図 3】

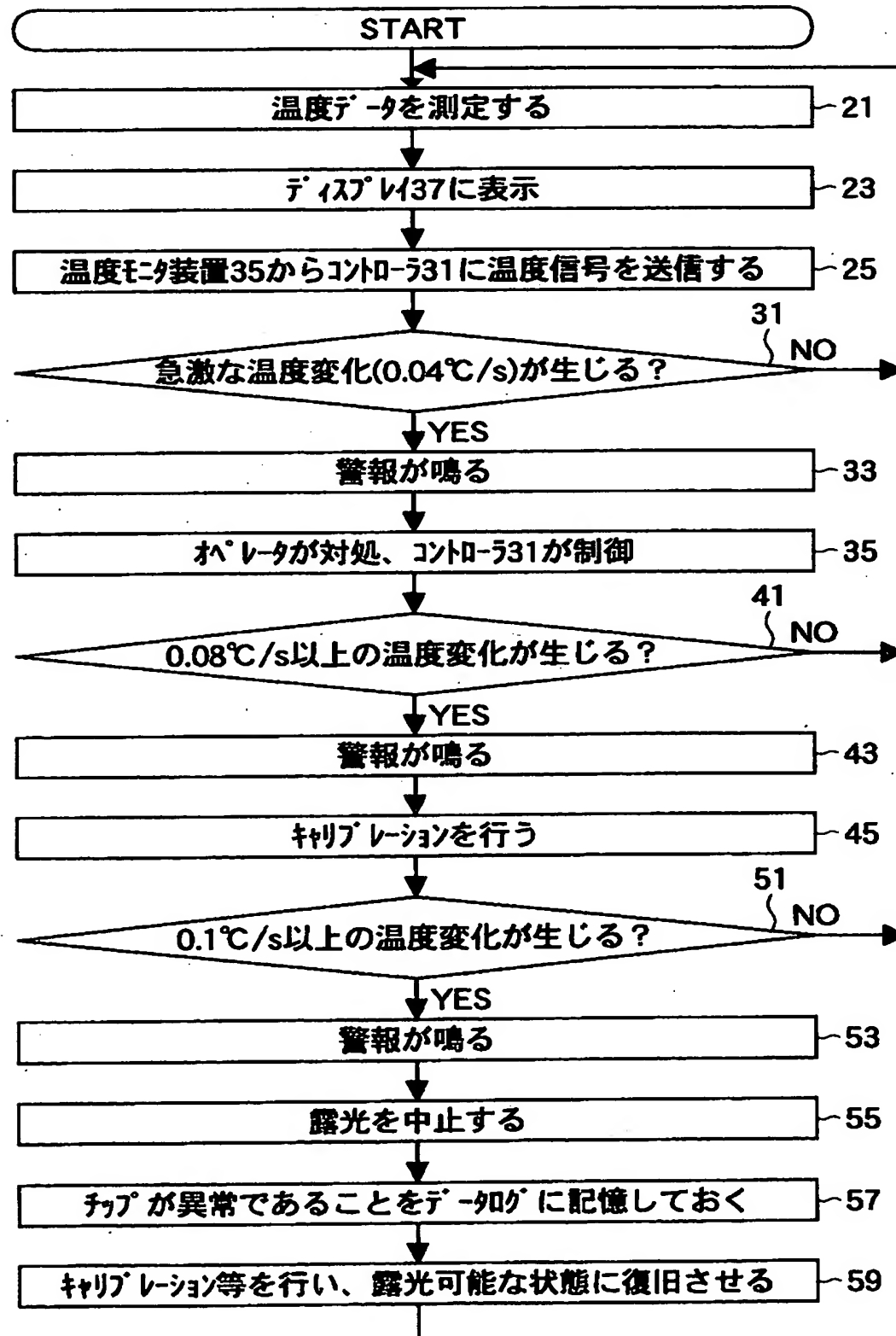
微小デバイス（ＩＣやＬＳＩ等の半導体チップ、液晶パネル、ＣＣＤ、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等）の製造のフローを示す。

【符号の説明】

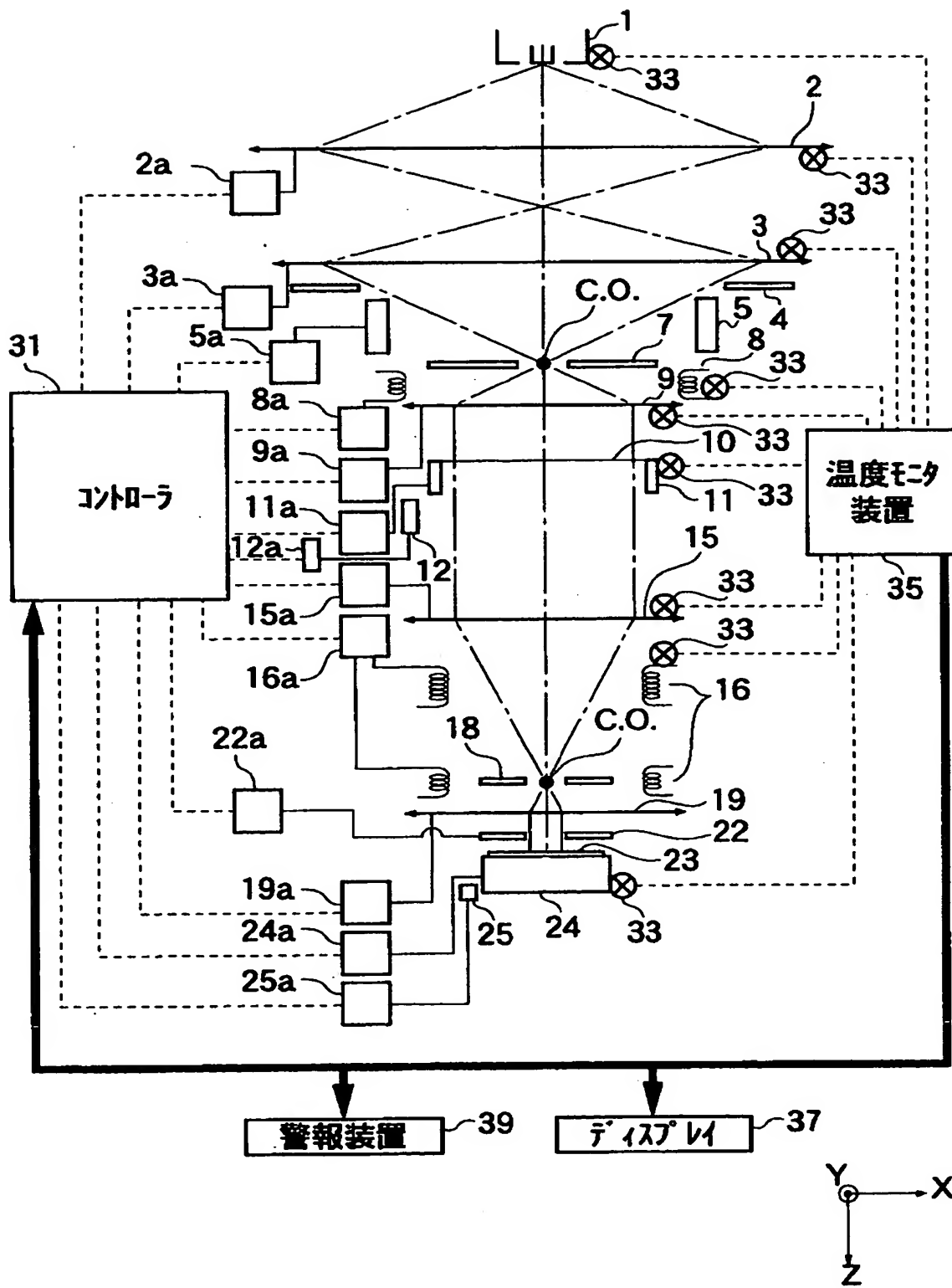
- | | | | |
|----|-----------|------|---------------|
| 1 | 電子銃 | 2, 3 | コンデンサレンズ |
| 4 | 照明ビーム成形開口 | 5 | ブランキング偏向器 |
| 7 | ブランキング開口 | 8 | 照明ビーム偏向器 |
| 9 | コンデンサレンズ | 10 | レチクル（マスク） |
| 11 | レチクルステージ | 12 | レチクルステージ位置検出器 |
| 15 | 第 1 投影レンズ | 16 | 像位置調整偏向器 |
| 18 | コントラスト開口 | 19 | 第 2 投影レンズ |
| 22 | 反射電子検出器 | 23 | ウェハ |
| 24 | ウェハステージ | 25 | ウェハステージ位置検出器 |
| 31 | コントローラ | 33 | 温度センサ |
| 35 | 温度モニタ装置 | 37 | ディスプレイ |
| 39 | 警報装置 | | |

【書類名】 図面

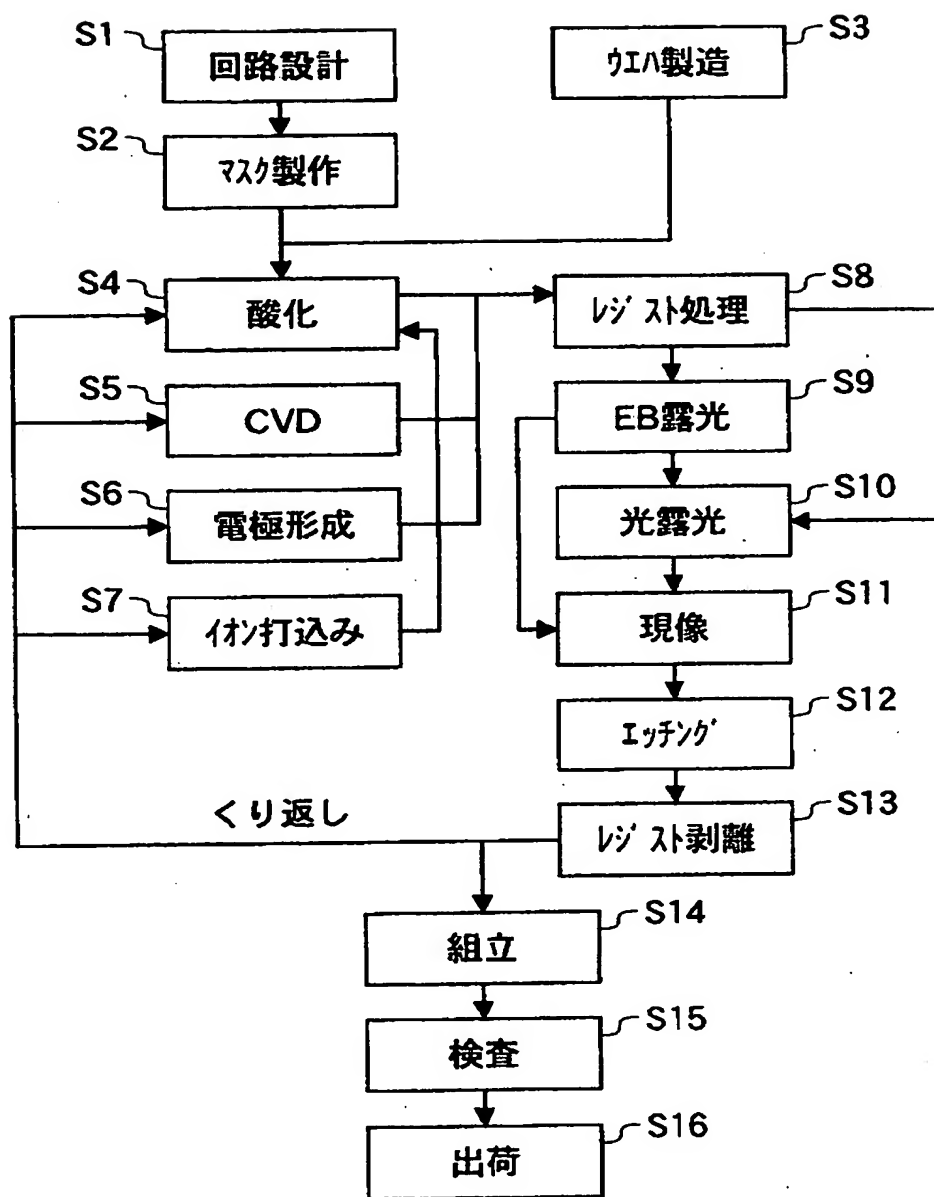
【図1】



【図 2】



【図3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 より安定した露光を行うことができる露光装置等を提供する。

【解決手段】 露光装置の各部に取り付けられた温度センサ 3 3 から温度データを測定する。温度を許容範囲内に制御するため、温度モニタ装置 3 5 からコントローラ 3 1 に温度信号を送信する。露光装置の各部に急激な温度変化が生じると、警報装置 3 9 の警報が鳴り、コントローラ 3 1 が異常部の温度勾配を所定以下にし、各部の温度を正常に戻すように制御する。あるいは、コントローラ 3 1 が露光装置のキャリブレーションを行う。

【選択図】 図 2

特2000-366847

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-366847
受付番号	50001552056
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成12年12月 4日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成12年12月 1日
-------	-------------

次頁無

特2000-366847

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004112]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
氏 名 株式会社ニコン